



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Stærkt forkonsolideret materiale

Thorsen, Grete; Knudsen, Børge; Kristensen, P. S.; Du-Thinh, Kien

Published in:
Laboratoriehåndbogen

Publication date:
2001

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Thorsen, G., Knudsen, B., Kristensen, P. S., & Du-Thinh, K. (2001). Stærkt forkonsolideret materiale. I Dansk Geoteknisk Forening (red.), *Laboratoriehåndbogen* Lyngby. DGF-bulletin Nr. 15

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Stærkt forkonsolideret materiale

Grete Thorsen
Aalborg Universitet

Børge Knudsen
Geoteknisk Institut

Per Sandgaard Kristensen
COWI

Kien Du-Thinh
Danmarks tekniske Universitet

FORMÅL:

Bestemme en forkonsolideret jordarts deformationsegenskaber, i form af konsolideringsmodulen K (kPa) for en aktuel spændingstilstand.

Bestemme materialets krybningsdekadehældning, ϵ_s (%) for den aktuelle spændingstilstand.

Bestemme materialets konsolideringskoefficient c_k (m^2/s), således at den hydrauliske ledningsevne, k (m/s), kan beregnes for den aktuelle belastningssituation.

Bestemme en forkonsolideret jordarts deformationsegenskaber ved aflastning i form af svelningsindeks, Q_a (%).

MÅLTE VÆRDIER:

Sammenhørende værdier af deformation og tid for hvert belastningstrin.

VÆSENTLIGE BEGRÆNSNINGER:

Kun egenskaberne i det éndimensionale tilfælde bestemmes.

Drænvejen kan ikke gøres identisk med forholdene in situ, hvilket indebærer usikkerhed på bestemmelsen af den hydrauliske ledningsevne. Usikkerheden er specielt stor i materiale, hvor der kan forekomme sprækker.

Friktion mellem apparat og prøve kan bevirke, at den vertikale spænding og spændingsvariation gennem et lasttrin ikke er helt kendt.

effektive spændinger, der er væsentlig større, end i den aktuelle belastningssituation.

Formålet med forsøget er at bestemme de éndimensionale deformationsegenskaber for en bestemt stærkt forkonsolideret jordart, en sammenhæng mellem effektiv spænding og tøjning samt mellem tid og tøjning.

For en stærkt forkonsolideret jordart bestemmes materialets deformationsegenskaber ud fra en genbelastningsgren. Prøven belastes trinvis op til en effektiv spænding i nærheden af en skønnet forbelastningsspænding, aflastes til in situ spændingen eller en aktuel aflastningsspænding, for derefter at genbelastes for bestemmelse af konsolideringsmodulen.

For at kunne udnytte forsøgsresultaterne direkte ved en senere sætningsberegning er det nødvendigt at planlægge forsøget med af- og genbelastningsgrene svarende til de aktuelle spændingstilstande.

2. Udstyr

Det bedste udstyr er det danske konsolideringsapparat, jfr. beskrivelsen under 5.2.

3. Forsøg

Prøven tildannes omhyggeligt. Ved forsøg med sandet, småstenet ler er det ikke muligt at undgå uregelmæssigheder i endefladerne. Ved belastning vil endefladerne trykkes plane under deformationer, der ikke har noget med konsolideringsprocessen at gøre. For at reducere denne laboratoriefejl kan endefladerne udstøbes med gips, der ikke deformeres måleligt, med mindre den er porøs.

1. Baggrund og formål

Ved stærkt forkonsolideret jord forstås en jord, der tidligere har været udsat for

For at tage højde for prøveforstyrrelser rekonstrueres materialets spændingshistorie. Forsøget udføres med trinvis forøgelse af den effektive spænding op til en værdi i nærheden af forbelastningsspændingen.

Forbelastningsspændingen må ikke overskrides, da egenskaberne i materialet derved ændres. Forbelastningsspændingens størrelse kan skønnes ud fra den udrænedes forskydningsstyrke, $\sigma'_{pc} \sim 4 \text{ á } 5 \times c_u$.

Ved forsøg med fedt ler er det nødvendigt nøje at følge deformationerne ved belastninger under prøvens in situ spænding. Så snart prøven viser tendens til at svelle, påføres næste belastning. For bedst mulig bestemmelse af svelletrykket bør anvendes små belastningsforøgelser, indtil materialet ikke mere sveller.

Efter forbelastning udføres et antal af- og genbelastninger til spændingsniveauer, som er relevante for den aktuelle opgave. Aflastningerne foretages til aftagende spændingsniveau, jfr. fig. 7.

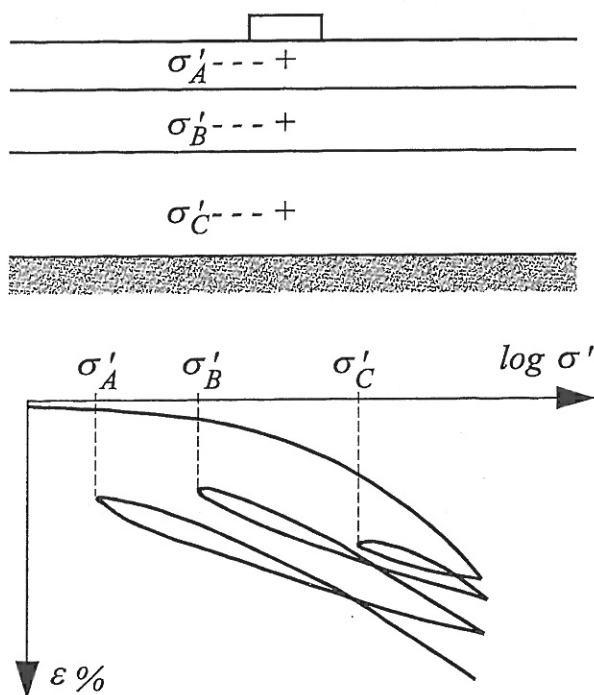


Fig. 7. Forsøgsplanlægning

4. RESULTATER

4.1 Tidskurver

For hvert belastningstrin optegnes en tidskurve på samme måde som anført under normalkonsolideret materiale og de samme parametre bestemmes, jfr. fig. 3.

4.2 Arbejdskurver

Ud fra de ved tidskurverne for hvert belastningstrin bestemte værdier optegnes følgende arbejdskurver:

- en kurve med sammenhørende værdier af $\log \sigma'$ og konsolideringstøjning, jfr. fig. 8. Variationen af konsolideringskoefficienten ved 10^0 C, c_{k10} , med spændingsniveauet bør også angives.
- en kurve over variationen af krybningsdekadehædningen, ϵ_s , med den effektive spænding, jfr. fig. 9.
- for hver genbelastningsgren optegnes i aritmetrisk afbildning sammenhørende værdier af effektiv spænding og konsolideringstøjning, ϵ_{100} , jfr. fig. 10.

Ud fra forsøgets arbejdskurver bestemmes:

1) Konsolideringsmodulen K . Begyndelses-hædningen på kurverne i fig. 10 giver en værdi for konsolideringsmodulen for de forskellige aflastningsspændinger. Forholdet mellem K_t og σ'_{red} kan ofte udtrykkes således:

$$K_t = K_{t0} + \Delta K_t \times \sigma'_{red} \text{ (kPa)} \quad (\text{jfr. fig. 11})$$

K_t = konsolideringsmodulen in situ for en stærkt forbelastet jord, som er aflastet til σ'_{red} .

σ'_{red} = den mindste vertikale effektive spænding, det aktuelle lag har været udsat for siden forkonsolideringen.

ΔK_t = et tillæg til K pr. spændingsenhed

I en homogen jord giver et enkelt forsøg på denne måde mulighed for at bestemme variationen af K_t med dybden og tillige

indflydelsen fra spændingsreduktion ved udgravninger.

2) Krybningsdekadehædningen, ε_s . Ud fra fig. 9 kan ε_s bestemmes for det aktuelle spændingsniveau.

3) Hydraulisk ledningsevne. Størrelsen af den hydrauliske ledningsevne, k_{10} , for den aktuelle belastningssituation kan beregnes ud fra de angivne værdier for c_{k10} og den aktuelle værdi for konsolideringsmodulen, K .

4) Sveltningsindeks Q_a = konsolideringstøjningen pr. dekade ved aflastning:
 $d\varepsilon = Q_a d(\log \sigma')$

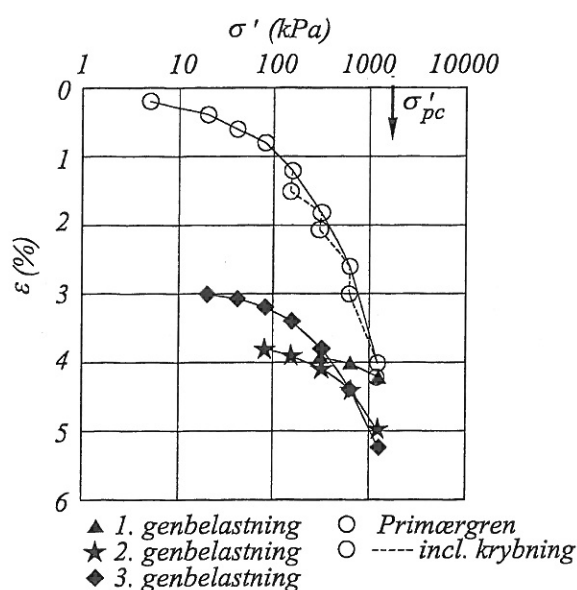


Fig. 8. Sammenhørende værdier af $\log \sigma'$ og ε_{100} . (Efter SPRINT RA 216 ter, 1995)

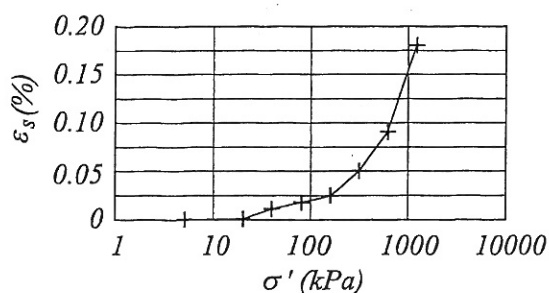


Fig. 9. Variation af ε_s med $\log \sigma'$. (Efter SPRINT RA 216 ter, 1995)

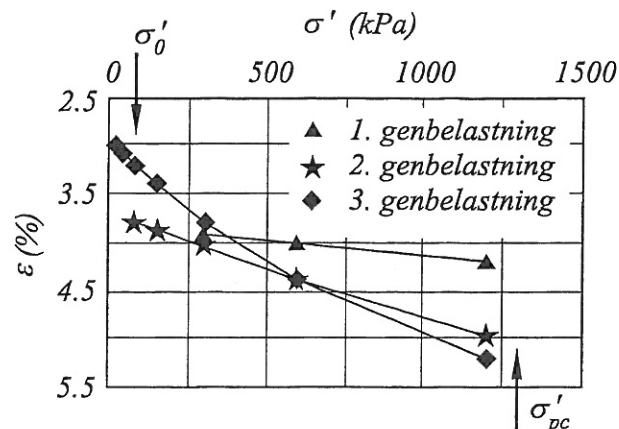


Fig. 10. Genbelastningsgrene. (Efter SPRINT RA 216 ter, 1995)

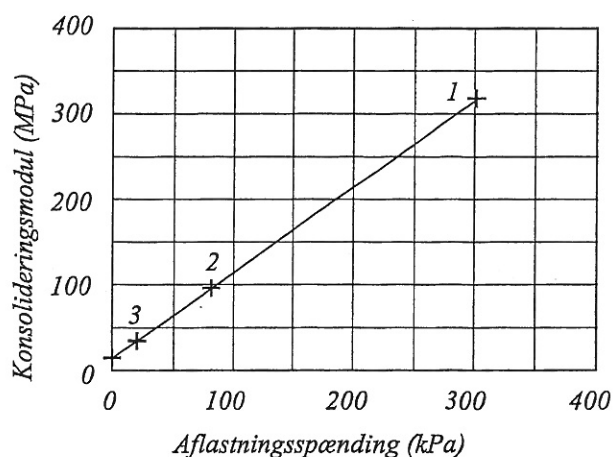


Fig. 11. Begyndeshældning, K_b , for genbelastningsgren 1, 2 og 3. (Efter SPRINT RA 216 ter, 1995)

5. RAPPORT

Rapporten bør indeholde de i afsnit 5.1 nævnte oplysninger om udstyr, prøvemateriale og klassifikationsparametre.

Af direkte forsøgsresultater bør rapporten indeholde de arbejdskurver, der er omtalt på foregående side, og vist på fig. 8, 9 og 10, og en angivelse af de parametre, der er fundet herudfra, samt information om det målte svelletryk.

Rapporten bør indeholde en skematisk oversigt over de for hvert belastningstrin (såvel be- som aflastningstrin) bestemte værdier for:

konsolideringstøjning	ε_{100}	(%)
konsolideringskoefficient	c_{k10}	(m ² /s)
krybningsdekadehældning	ε_s	(%)
konsolideringsmodul	K	(kPa)
svelningsindeks	Q_a	(%)

Rapporten bør desuden indeholde retningslinier for anvendelse af forsøgsresultaterne i forbindelse med den konkrete opgave, der har givet anledning til forsøgets udførelse.

Thorsen, G. (1995). Preconsolidation Pressure and Creep Settlements, - estimations based on results of oedometer tests. *Balkema. Proc. IS-HIROSHIMA '95*. Vol.1. pp. 287-292.

7. NØGLEORD

Dekadehældning, forbelastningsspænding, hydraulisk ledningsevne, konsolideringsmodul, konsolideringskoefficient, krybningsdekadehældning, krybningstøjningsindeks, svelletryk, svelningsindeks.

6. REFERENCER, LITTERATUR

ASTM D 2435 - 96. (1996). Standard Test method for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils. *American Soc. For Testing & Material*, Philadelphia, USA.

Brinch Hansen J. (1961), A model law for simultaneous primary and secondary consolidation. *Proc. 5. Int. Conf. Soil Mech.*, Vol 1, p. 133. Også *Bulletin no. 13, Geoteknisk Institut*.

DS/ENV 1997-2 (1999), Eurocode 7:

Geoteknisk Design - Del 2: Design assisteret af laboratorieprøvning. *Dansk Standard*.

Hansen B. (1978), *Geoteknik og Fundering. Del 1. Forelæsningsnotater til kursus 5811 - Geoteknik 1*. Laboratoriet for Fundering Danmarks tekniske Højskole.

Jacobsen, H. Moust (1967). Morænelers geotekniske egenskaber. Kopi af licentiat-afhandling. *Aalborg Universitet 1994*

Konsolideringsapparat, manual (1977), Danmarks Ingeniørakademi Bygningsafdelingen, *Aalborg. Fundering. Rapport no. 4*.

SPRINT RA 216 ter (1995). Quality Assurance in Geotechnical Testing. Phase 2, Recommended Practice in Geotechnical Laboratory Testing. Appendix D: Compressibility Tests.